

SURFACE COATING THROW AWAY INSERT

Patent Number: JP9295204
Publication date: 1997-11-18
Inventor(s): SHIMA NOBUHIKO; KUBOTA KAZUYUKI
Applicant(s): HITACHI TOOL ENG LTD
Requested Patent: ☐ JP9295204
Application Number: JP19960131050 19960426
Priority Number(s):
IPC Classification: B23B27/14; C23C14/06
EC Classification:
Equivalents: JP3229947B2

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To keep the sufficient adhesiveness of a film even in a cutting process of a steel, of which hardness is higher than the Rockwell hardness at 40 (scale C), by setting the diffraction intensity of a surface (200) at the time of X-ray diffraction of a coating layer at a value larger than a value of the diffraction intensity of a surface (111).

SOLUTION: Surface of a throw away insert is coated with the compound nitride of Ti and Al, carbon nitride, and carbide. In this throw away insert, in the case where diffraction intensity of a surface (111) at the time of X-ray diffraction of a coating layer is expressed with $I(111)$ and diffraction intensity of a surface (200) is expressed with $I(200)$, both the diffraction intensity are set so that a value of $I(200)/I(111)$ becomes 1 or more. For example, a compact arc ion plating device is used so that coating of a film of $(Ti_{0.5}Al_{0.5})N$ is performed at $5\mu m$ of thickness in the condition of bias voltage at 60 V, vacuum degree at 2.0×10^{-2} mbar, arc current at 150 A. A coating layer at 1.5 of $I(200)/I(111)$ is thereby formed.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-295204

(43)Date of publication of application : 18.11.1997

(51)Int.Cl.

B23B 27/14

C23C 14/06

(21)Application number : 08-131050

(71)Applicant : HITACHI TOOL ENG LTD

(22)Date of filing : 26.04.1996

(72)Inventor : SHIMA NOBUHIKO

KUBOTA KAZUYUKI

(54) SURFACE COATING THROW AWAY INSERT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To keep the sufficient adhesiveness of a film even in a cutting process of a steel, of which hardness is higher than the Rockwell hardness at 40 (scale C), by setting the diffraction intensity of a surface (200) at the time of X-ray diffraction of a coating layer at a value larger than a value of the diffraction intensity of a surface (111).

SOLUTION: Surface of a throw away insert is coated with the compound nitride of Ti and Al, carbon nitride, and carbide. In this throw away insert, in the case where diffraction intensity of a surface (111) at the time of X-ray diffraction of a coating layer is expressed with I (111) and diffraction intensity of a surface (200) is expressed with I (200), both the diffraction intensity are set so that a value of I (200)/I (111) becomes 1 or more. For example, a compact arc ion plating device is used so that coating of a film of (Ti_{0.5}Al_{0.5})N is performed at 5μm of thickness in the condition of bias voltage at 60 V, vacuum degree at 2.0×10⁻²mbar, arc current at 150 A. A coating layer at 1.5 of I (200)/I (111) is thereby formed.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 31.07.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 19.10.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3229947

[Date of registration] 14.09.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 11-18614

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 18.11.1999

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-295204

(43) 公開日 平成9年(1997)11月18日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 B 27/14			B 2 3 B 27/14	A
C 2 3 C 14/06			C 2 3 C 14/06	L

審査請求 有 請求項の数 6 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-131050

(22) 出願日 平成8年(1996)4月26日

(71) 出願人 000233066

日立ツール株式会社
東京都江東区東陽4丁目1番13号

(72) 発明者 島 順彦

千葉県成田市新泉13番地の2 日立ツール
株式会社成田工場内

(72) 発明者 久保田 和幸

千葉県成田市新泉13番地の2 日立ツール
株式会社成田工場内

(54) 【発明の名称】 表面被覆スローアウェイインサート

(57) 【要約】

【目的】 TiとAlの複合窒化物、炭窒化物、炭化物を被覆したスローアウェイインサートを、ロックウェル硬度40 (Cスケール) を越える高硬度鋼の切削加工において、優れた皮膜の密着性、耐摩耗性を有する工具を提供することを目的とする。

【構成】 TiとAlの複合窒化物、炭窒化物、炭化物を被覆したスローアウェイインサートであって、被覆層のX線回折における(111)面の回折強度をI(111)、(200)面の回折強度をI(200)とした時に、 $I(200)/I(111)$ の値が1以上になるにより構成する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 TiとAlの複合窒化物、炭窒化物、炭化物を被覆したスローアウェイインサートにおいて、被覆層のX線回折における(111)面の回折強度を $I(111)$ 、(200)面の回折強度を $I(200)$ とした時に $I(200)/I(111)$ の値が1以上になることを特徴とする表面被覆スローアウェイインサート。

【請求項2】 請求項1記載の表面被覆スローアウェイインサートにおいて、基体とTiとAlの複合窒化物、炭窒化物、炭化物被覆層の間に、0.05 μm 以上5.0 μm 以下の膜厚を有するTiの窒化物、炭窒化物を中間層として用いたことを特徴とする表面被覆スローアウェイインサート。

【請求項3】 請求項1及び2記載の表面被覆スローアウェイインサートにおいて、TiとAlの複合窒化物、炭窒化物、炭化物層の上に、更にTiの炭窒化物、炭酸窒化物、TiとAlの複合窒酸化物、炭酸窒化物、炭酸化物、酸化物、Alの酸化物のうち1種の単層もしくは2種以上の被層を被覆したことを特徴とする表面被覆スローアウェイインサート。

【請求項4】 請求項1乃至3記載の表面被覆スローアウェイインサートにおいて、Tiの1部をTiに対し0.05原子%以上60原子%以下の範囲でZr、Hf、Y、Si、W、Crのうち1種もしくは2種以上に置き換えたことを特徴とする表面被覆スローアウェイインサート。

【請求項5】 請求項1乃至4記載の表面被覆スローアウェイインサートにおいて、TiとAlの複合窒化物、炭窒化物、炭化物に残留する圧縮応力が、1Gpa以上5Gpaであることを特徴とする表面被覆スローアウェイインサート。

【請求項6】 請求項1乃至4記載の表面被覆スローアウェイインサートにおいて、スローアウェイインサートのすくい面側の面粗さを1 μm 以下にしたことを特徴とする表面被覆スローアウェイインサート。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は耐欠損性、耐剥離性に富む被覆スローアウェイインサートに関する。

【0002】

【従来の技術】TiとAlを主成分とする硬質被覆部材に関しては、古くは特公平4-53642号、特公平5-67705号の各公報にみられるようにTiN皮膜に対し、Al添加効果を確認した数多くの報告がある。しかしながら、これらの発明においてはAl添加による皮膜の耐酸化性の向上、並びに皮膜物性の改善が認められたにすぎず、被覆スローアウェイインサートにおいて、十分に満足される皮膜の密着性を得るに至っていない。特に最近では金型加工において金型が熱処理後に加工さ

れる傾向が強く、熱処理後の高硬度スチールを加工する場合においては、従来のTiとAlを主成分とするスローアウェイインサートにおいては、切削加工中に皮膜の剥離が発生し易く、剥離により工具寿命が決定され満足される工具寿命は得られるに至っていない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】本発明者等は、このような問題点を解決すべく、ロックウェル硬度40(Cスケール)を越える高硬度スチールの切削加工評価において、皮膜の密着性を改善すべく鋭意研究を重ねた結果、次のような事実を見出すに至った。

【0004】

【課題を解決するための手段】本発明に至った第1の知見は、金型を加工する場合、スローアウェイインサート、エンドミル、ドリルといった種々の工具が用いられるわけであるが、それぞれにおいて切削メカニズムの相違により最適な皮膜設計が異なるべきであることを見出した点にある。スローアウェイインサートにおいては、一般的には1刃当たりの送り量が0.1mmを越える場合が多く、特に高硬度スチール切削において、切削応力が極めて高く皮膜の剥離が発生し易い。更に、切削温度が800℃以上に達し、皮膜の高温物性が工具寿命を決定することが特徴であり、また、刃先が高温になるため勿論皮膜の耐酸化性も重要な因子となる。従って、高硬度材のスローアウェイインサートによる切削加工においては、これらの知見を基に皮膜の密着性、高温物性、耐酸化性を向上せしめることが工具寿命を大幅に改善することになるわけである。

【0005】

【作用】第2の知見は、第1の知見に対し皮膜のX線回折における(200)面の配向が、皮膜に密着し、高温物性、耐酸化性を支配することを見出した点にある。つまり、(200)面の配向が(111)面の配向より強くなるに伴い、皮膜の柱状結晶粒径は大きくなり、室温における靱性を向上させることが可能であるとの結論を得た。皮膜の剥離はスローアウェイインサートが被加工物にぶつかるときの極めて高い衝撃力により、皮膜の内部破壊に起因し発生する場合が多い。スローアウェイインサートが被削材に食い付くときは比較的溫度が低いため、皮膜の室温での靱性を高めることが皮膜の内部破壊を抑制し、前述の高硬度材料切削に対する必要条件の1つである皮膜の密着性を向上させることに対して極めて重要であることを見出した。更に、皮膜を(200)面に配向させることにより、前述の柱状結晶粒径粗大化により、皮膜中の総粒界面積を減少させることができる。

【0006】本発明者等の研究によれば、皮膜の酸化の進行は粒界を介して進行することが確認されており、粒界面積を減少させることが高硬度材切削に対するもう1つの必要条件である皮膜の耐酸化性向上に対し、極めて

重要であることは言うまでもない。更に、皮膜が(200)面に配向した場合、粒界における欠陥が少なくなる知見を得ており、この欠陥が少ないことが更に皮膜の耐酸化性を向上せしめているものとも考えられる。また、柱状結晶粒を粗大化させることが高温において皮膜の塑性変形の発生を抑制し、結果的に高温硬度を高めるといふ知見を得た。このことにより、高硬度材切削におけるもう1つの必要条件である高温物性を大巾に改善することが可能である。

【0007】本発明に至った第3の知見は、上述の(200)面に配向せしめたTiとAlの窒化物、炭窒化物、炭化物皮膜と基体との間にTiの窒化物、炭窒化物を中間層として用いることにより、更に皮膜の密着性を向上させることが可能なことを見出した点である。一般にAlを含有する皮膜を物理蒸着法、特にアークイオンプレーティング法で蒸着する場合、Alの融点が低いためにAl成分に富んだ粗大粒子がターゲットから飛散し、皮膜の面粗さを悪くする傾向にある。基体のコーティング初期の段階ではこのような減少を避け緻密な皮膜を成膜することが密着性向上に対し効果的であり、Alを含有しないTiを主成分とするその窒化物、炭窒化物からなる中間層を設けることが密着性向上に対し好ましい結果となる。特に(200)面に配向した、TiとAlを含む皮膜に対しては、同じく(200)面に配向した中間層を用いることによりTiとAlを含む皮膜が中間層に対し、エピタキシャル成長する確率が高く、いっそう密着性を改善せしめる。

【0008】本発明に至った第4の知見は前述の切削時に熱の発生を抑制することにより、より一層工具寿命を向上させることが可能であることを見出した点にある。TiとAlの複合窒化物、炭窒化物、炭化物は一般に鋼に対する摩擦係数が0.40~0.45と高く、切削時に刃先が高温になり易い、本発明者等の研究によれば、これらの皮膜に酸素を含有させることにより、摩擦係数の低減が可能となり、最外層に用いることにより切削熱の低減による更なる工具寿命の向上を確認することが出来た。更には、Tiの炭窒化物、炭酸窒化物、Alの炭化物の順で更に摩擦係数の低減が計れ、これらの皮膜を最外層に用いることにより、より一層の工具寿命の向上を認めるに至った。更に、皮膜の表面を機械的にラップし、表面粗さを1μm以下とすることにより、更に摩擦係数の低減が可能であり、工具寿命を向上させることが可能である。

【0009】本発明に至った第5の知見は、TiとAlの複合窒化物、炭窒化物、炭化物にZr、Hf、Y、Si、W、Crのうち1種もしくは2種以上の成分をTi

に対し、0.05at%から60at%の範囲で置き換えることにより、より一層の耐酸化性の向上を可能にした点にある。これらの成分の添加により、結晶粒界の結果が限定され皮膜の酸化速度を抑制することが可能であると共に切削加工中に皮膜表面に形成される酸化層により緻密な構造となり、酸素の皮膜内部への拡散を抑制し皮膜の酸化速度を極めて遅くすることが可能である。これらの理由については更に研究中である。

【0010】本発明に至った第6の知見は、切削中に発生する剥離に対する見かけ上の皮膜の密着力(σ_1)が、 σ_2 を母材-皮膜界面の密着力、 σ_3 残留圧縮応力とした時に

$$\sigma_1 = \sigma_2 - k \cdot \sigma_3 \quad (k \text{ は定数})$$

で表されることを見出した点にある。従って、皮膜の残留応力が高すぎると見かけ上の密着力が低下してしまうため、残留応力のある範囲に制御することが皮膜の密着性を劣化を防ぐわけである。

【0011】次に数値限定をした理由を述べる。(200)面の回折強度I(200)/(111)面の回折強度をI(111)とした時、I(200)/I(111)を1以上とした理由は、(111)面の配向が強くなり本値が1を下回ると柱状晶層の粒径が細くなり、室温韌性の劣化、耐酸化性の劣化、高温強度の低下をもたらすため1以上とした。

【0012】中間層として用いるTiも窒化物、炭窒化物層の膜厚は、0.05μm未満であると密着性改善に対し効果がなく、5μmを越えると皮膜全体の耐摩耗性を損なうため0.05μm以上5μm以下とした。耐酸化性向上のため添加するY等の成分は、0.05原子%以下では耐酸化性に対する効果が少なく60原子%を越えてTiを置き換えると耐摩耗性を劣化させるため0.05原子%以上60原子%以下とした。

【0013】残留圧縮応力は、5GPaを越えると密着性がスローアウェイインサートの使用条件において必要限を下回り、1GPa以下であると熱クラックが発生し易くなるため1GPa以上5GPa以下とした。以下、実施例に基づき本発明を説明する。

【0014】

【実施例】

実施例1

小型アークイオンプレーティング装置を用い表1に示す条件において、TiとAlの複合窒化物、炭窒化物を5μmの厚さになるようコーティングを行った。

【0015】

【表1】

試料 番号		コーティング条件			皮膜	I (200) ／ I (111)	残留 応力 GPa	切削可能 距離(n) (剥離発生距離)	備考
		バイアス 電圧 V	真空度 mbar	アーク 電流 A					
本 発 明 例	1	60	2.0×10 ⁻²	150	(Ti _{0.6} Al _{0.4})N	1.5	5.2	2.2n (2.1n)	
	2	60	3.0×10 ⁻²	150	'	6.7	4.8	2.8n (2.5n)	
	3	40	2.0×10 ⁻²	150	'	8.1	4.2	8.8n (8.5n)	すくい面77°
	4	40	3.0×10 ⁻²	150	(Ti _{0.6} Al _{0.4})N	10.2	3.9	3.9n (3.5n)	
	5	40	0.5×10 ⁻²	150	(Ti _{0.6} Al _{0.4})N	6.0	5.8	2.0n (1.7n)	
	6	30	2.0×10 ⁻²	150	(Ti _{0.6} Al _{0.4})CN	15.4	2.5	4.2n (4.0n)	
	7	20	2.0×10 ⁻²	150	(Ti _{0.6} Al _{0.4})N	22.5	1.2	3.3n (3.3n)	
比 較 例	8	60	0.5×10 ⁻²	150	(Ti _{0.6} Al _{0.4})N	0.8	6.1	1.0n (0.8n)	
	9	100	2.0×10 ⁻²	150	'	0.7	5.5	0.9n (0.9n)	
	10	100	3.0×10 ⁻²	150	'	0.9	4.8	0.8n (0.7n)	
	11	150	2.0×10 ⁻²	150	'	0.2	7.2	0.1n (0.1n)	
	12	100	0.5×10 ⁻²	150	(Ti _{0.6} Al _{0.4})N	0.1	6.8	0.2n (0.1n)	

【0016】得られたインサートを次の条件においてフライス切削した時の剥離発生までの可能切削距離を表1に併記した。表1に示されたコーティング条件は装置の大きさ等により、I(200)/I(111)の値と1対1に対応はしない。また、切削諸元は、被削材SKD61(HRC45)、切削速度:100m/分、送り:0.1mm/刃、切り込み量:2.0mm、インサート形状:SEE42TN(G9)である。表1より、I(200)/I(111)が1以上である本発明被覆ス

ローウェイインサートは格段に剥離に対し効果的であることが認められる。

【0017】実施例2

実施例1で用いた実験装置を用い、表2に示す皮膜構造となるようにコーティングを行った。膜厚は、5μmに統一した。実施例1と同一な切削評価を行い、工具寿命を評価した。その結果を表2に併記する。

【0018】

【表2】

試料 番号		中間層 (μm)	TiAl層	最外層	I(200)/I(111)	切削可能距離(m) (剝離発生距離)
本 発 明 例	13	TiN (0.4 μm)	(Ti _{0.8} Al _{0.2})N (4.6 μm)	-	1.5	4.5m (4.2m)
	14	TiN (0.4 μm)	(Ti _{0.8} Al _{0.2})N (4.1 μm)	TiCN (0.5 μm)	7.2	7.8m (7.6m)
	15	TiN (0.4 μm)	(Ti _{0.8} Al _{0.2})N (4.4 μm)	TiCN (0.5 μm)	6.8	6.0m (5.5m)
	16	TiCN (0.4 μm)	(Ti _{0.8} Al _{0.2})N (4.1 μm)	(TiAl)NO (0.5 μm)	5.2	6.2m (6.0m)
	17	TiN (0.4 μm)	(Ti _{0.8} Al _{0.2})N (4.1 μm)	Al ₂ O ₃ (0.5 μm)	12.5	10.1m (9.8m)
	18	TiN (0.4 μm)	(Ti _{0.8} Al _{0.2})N (4.1 μm)	Al ₂ O ₃ (0.5 μm)	7.0	9.8m (9.5m)
比 較 例	19	TiN	(Ti _{0.8} Al _{0.2})N	-	0.8	1.5m (1.2m)
	20	TiN	(Ti _{0.8} Al _{0.2})N	TiCN	0.8	1.9m (1.5m)
	21	TiN	(Ti _{0.8} Al _{0.2})N	TiCN	0.7	1.8m (1.5m)
	22	TiN	(Ti _{0.8} Al _{0.2})N	(TiAl)NO	0.1	0.6m (0.4m)

【0019】表2より、1以上のI(200)/I(111)値を有する本発明合金に中間層あるいは、最外層を設けることにより、より一層工具寿命を向上させることが認められる。また、Al₂O₃が最外層として最も効果的である。本実施例のAl₂O₃はTiAl層をコーティング後プラズマCVDにより0.5 μm 成膜したものである。

【0020】実施例3

実施例1で用いた実験装置を用い表3に示す種々の組成の(TiAlX)N皮膜を作成した。コーティングされた試験片を大気炉中で750℃、30分間保持し、形成された酸化層の厚みを測定した。その結果も表3に併記する。

【0021】

【表3】

	試料番号	皮膜組成	酸化膜厚(μm)
本 発 明 例	23	$(\text{Ti}_{0.45}\text{Al}_{0.5}\text{Y}_{0.05})\text{N}$	0.7
	24	$(\text{Ti}_{0.45}\text{Al}_{0.5}\text{Cr}_{0.05})\text{N}$	0.9
	25	$(\text{Ti}_{0.45}\text{Al}_{0.5}\text{Zr}_{0.05})\text{N}$	0.7
	26	$(\text{Ti}_{0.75}\text{Al}_{0.5}\text{Y}_{0.25})\text{N}$	0.1
	27	$(\text{Ti}_{0.75}\text{Al}_{0.5}\text{Zr}_{0.25})\text{N}$	0.5
	28	$(\text{Ti}_{0.4}\text{Al}_{0.5}\text{W}_{0.1})\text{N}$	0.8
	29	$(\text{Ti}_{0.4}\text{Al}_{0.5}\text{Si}_{0.1})\text{N}$	0.1
	30	$(\text{Ti}_{0.45}\text{Al}_{0.5}\text{Si}_{0.05})\text{N}$	0.2
	31	$(\text{Ti}_{0.4}\text{Al}_{0.5}\text{Hf}_{0.1})\text{N}$	0.9
	32	$(\text{Ti}_{0.1}\text{Al}_{0.5}\text{Y}_{0.1}\text{Si}_{0.3})\text{N}$	0.05
比 較 例	33	$(\text{Ti}_{0.4}\text{Al}_{0.6})\text{N}$	1.8
	34	$(\text{Ti}_{0.4}\text{Al}_{0.5}\text{Nb}_{0.1})\text{N}$	2.5
	35	$(\text{Ti}_{0.4}\text{Al}_{0.5}\text{Ta}_{0.1})\text{N}$	3.3

【0022】表3から明らかなように、Y、Si、W、Cr、Zr、Hfの添加により皮膜の耐酸化性の改善が可能である。

【0023】

【発明の効果】本発明を適用することにより、ロックウ

エル硬度40（Cスケール）を越える高硬度鋼の切削加工においても十分な皮膜の密着性を保つことが出来、金型を加工する場合において適用されるスローアウェイインサートを使用した正面フライス、エンドミル、ドリル等の様々な工具に適用することが出来る。